

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 7 月 10 日 (10.07.2003)

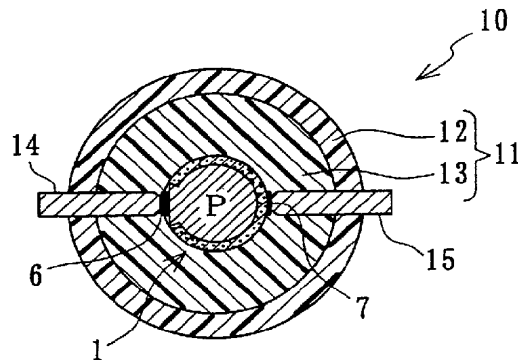
PCT

(10) 国際公開番号  
**WO 03/056633 A1**

- (51) 国際特許分類: **H01L 31/042**, 33/00 (81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, JP, KR, US.
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/11416 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (22) 国際出願日: 2001 年 12 月 25 日 (25.12.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 規則 4.17 に規定する申立て:  
— US のみのための発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))
- (26) 国際公開の言語: 日本語 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 および  
(72) 発明者: 中田 丈祐 (NAKATA, Josuke) [JP/JP]; 〒610-1102 京都府 京都市 西京区御陵大枝山町四丁目 29 番地 3 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 岡村 俊雄 (OKAMURA, Toshio); 〒530-0047 大阪府 大阪市北区 西天満 4 丁目 5 番 5 号 岡村特許事務所 Osaka (JP).
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: LIGHT RECEIVING OR EMITTING SEMICONDUCTOR APPARATUS

(54) 発明の名称: 受光又は発光用半導体装置



(57) Abstract: A solar ball (10) serving as a light receiving semiconductor apparatus is prepared by coating the external surface of a spherical solar cell (1) with an optically transparent outer shell member (11) and providing electrode members (14,15) connected to electrodes (6,7) of the solar cell (1). The outer shell member (11) comprises a capsule (12) prepared by bonding two divided parts together and filler (13) put into the interior of the capsule (12) and then cured. A solar panel can be prepared by arranging a plurality of solar balls (10) in a matrix and connecting them in parallel and in series. A solar panel also can be prepared by arranging a multitude of spherical solar cells (1) in a matrix and covering them with a transparent outer shell member. A solar string shaped in a string or rod can be prepared by arranging a plurality of solar cells (1) in a line, connecting them in parallel, and covering them with a transparent outer shell member. The outer shell member (11) can gather light, so that the light receiving area of the solar cell (1) can be enlarged. There is also described a light emitting semiconductor apparatus prepared by covering spherical semiconductor devices having light emitting function, instead of the solar cells (1), with an outer shell member.

[続葉有]



WO 03/056633 A1



---

(57) 要約:

受光用半導体装置としてのソーラボール 10 は、球状ソーラセル 1 の外表面側を光透過性の外殻部材 11 で覆い、ソーラセル 1 の電極 6, 7 に接続された電極部材 14, 15 を設けたものである。外殻部材 11 は 2 分割体を接着したカプセル 12 とその内部に充填して硬化させた充填材 13 とからなる。複数のソーラボール 10 をマトリックス状に配置して並列且つ直列に接続したソーラパネルを構成でき、多数の球状ソーラセル 1 をマトリックス状に配置し、透明な外殻部材で覆ってソーラパネルを構成できる。複数のソーラセル 1 を列状に配置して並列接続し、それらを透明な外殻部材で覆ったロッド又は紐状のソーラストリングを構成することができる。外殻部材 11 により集光できるため、ソーラセル 1 の受光エリアを拡大することができる。ソーラセル 1 の代わりに、発光機能のある球状半導体デバイスを外殻部材で覆った発光用半導体装置も記載されている。

## 明 細 書

## 受光又は発光用半導体装置

## 技術分野

- 5 本発明は、受光又は発光用半導体装置に関し、特に受光又は発光機能のある球状半導体デバイスの外面側を光透過性のある外殻部材で覆って集光性能又は光放射性能を改善した装置であって、太陽電池、照明装置、表示装置、など種々の用途に適用可能なものである。

## 10 背景技術

従来、p形又はn形の半導体からなる小径の球状の半導体素子の表面部に拡散層を介してpn接合を形成し、それら多数の球状の半導体素子を共通の電極に並列接続して、太陽電池や半導体光触媒に活用する技術が研究されている。

- 15 米国特許第3,998,659号公報には、n形の球状半導体の表面にp形拡散層を形成し、多数の球状半導体の拡散層を共通の膜状の電極（正極）に接続するとともに多数の球状半導体のn形コア部を共通の膜状の電極（負極）に接続して太陽電池を構成する例が開示されている。

- 20 米国特許第4,021,323号公報には、p形の球状半導体素子とn形の球状半導体素子を直列状に配置して、それら半導体を共通の膜状の電極に接続するとともに、それら半導体素子の拡散層を共通の電解液に接触させて、太陽光を照射して電解液の電気分解を起こさせる太陽エネルギーコンバータ（半導体モジュール）が開示されている。

- 25 米国特許第4,582,588号公報や米国特許第5,469,020号公報に示す球状セルを用いたモジュールにおいても、各球状セルはシート状の共通の電極に接続することより取付けられているため、複数の球状セルを並列接続するのに適するが、複数の球状セルを直列接続するのには適していない。

一方、本発明の発明者は、米国特許第6,204,545号や米国特許第6,294,822号の特許公報に示すように、p形半導体やn形半導体からなる球

状の半導体素子に拡散層、pn接合、1対の電極を形成した粒状の発光又は受光用の半導体デバイスを提案し、米国特許第6,204,545号公報においては、多数の半導体デバイスを直列接続したり、その複数の直列接続体を並列接続して、太陽電池、水の電気分解等に供する光触媒装置、種々の発光デバイス、カラーディスプレイなどに適用可能な半導体モジュールを提案した。この半導体モジュールにおいて、何れかの直列接続体の何れかの半導体デバイスが故障によりオープン状態になると、その半導体素子を含む直列回路には電流が流れなくなり、その直列接続体における残りの正常な半導体デバイスも機能停止状態となり、半導体モジュールの出力の低下が発生する。

10     そこで、本願の発明者は、複数の半導体セルをマトリックス状に配置し、各列の半導体セルを直列接続すると共に各行の半導体セルを並列接続する直並列接続構造を着想し、複数の国際特許出願を提出している。

しかし、米国特許第6,204,545号公報の半導体モジュールでは、半導体セルの電極同士を接続することにより複数の半導体セルを直列接続し、この直列接続体を複数列平面的に並べた構造を採用していたので、また、半導体セルの1対の電極が非常に小さなものであるので、前記直並列接続構造を採用する場合に、製造技術が複雑になり、大型の半導体モジュールを製造するのが難しく、半導体モジュールの製造コストが高価になる。

前記のように、本発明の発明者が提案した球状半導体デバイスは、直径が1～3mm程度の小径のものであるため、例えばソーラパネルや発光パネルを構成する場合に、多数の球状半導体デバイスを数mm間隔のマトリックス状に配置することになる。この場合、球状半導体デバイスの必要数が非常に多くなり、製作費用が高価になる。そこで、ソーラパネルの場合、各列の球状半導体デバイスに集光用のシリンドリカルな集光レンズを付随的に設けることで、列間の間隔を大きくすることにより、球状半導体デバイスの必要数を少なくすることが考えられる。しかし、太陽光の入射方向の変化に応じて集光レンズの位置や姿勢を変化させる必要があり、集光レンズを可動に支持し姿勢制御する為の機構が複雑で高価なものになり、実用性に欠ける。

他方、照明やディスプレイに用いる発光パネルの場合、小径の球状半導体デバイスから発する光の輝度が過度に高くなりやすく、適度の輝度でソフトに発光する発光パネルを構成することが難しい。

- 本発明の目的は、受光用球状半導体デバイスに光を集光する集光機能を高めた
- 5 受光用半導体装置、複数行複数列に配置した複数の球状半導体デバイスにおける一部の球状半導体デバイスの故障による影響を受けにく且つ集光機能を高めた受光用半導体装置、1列又は複数列に配置した複数の球状半導体デバイスを列単位で並列接続し且つ集光機能を高めた受光用半導体装置、発光用球状半導体デバイスから発する光を拡散させる光拡散機能を高めた発光用半導体装置を提供することである。
- 10

#### 発明の開示

- 本発明に係る受光又は発光用半導体装置は、受光機能又は発光機能のある少なくとも1つの球状半導体デバイスを備えた受光又は発光用半導体装置において
- 15 、前記球状半導体デバイスは、外形が球状のp型又はn型の半導体結晶と、この半導体結晶の表層部にほぼ球面状に形成されたpn接合と、このpn接合の両端に接続され且つpn接合の曲率中心を挟んで両側に位置する1対の電極を備え、前記球状半導体デバイスの直径の1/4以上の厚さの光透過性壁部でもって球状半導体デバイスの外面側を覆う外殻部材であって、その外表面が球面又は部分球面
- 20 をなすように構成された外殻部材を設けたことを特徴とするものである。

- この半導体装置が受光用半導体装置である場合には、外来光が外殻部材の外表面に入射し、その入射光の大部分は表面で屈折して外殻部材の内部へ入り、球状半導体デバイスへ到達し光起電力を発生する。外殻部材の外表面が球面又は部分球面をなしているため、入射光の入射方向が変化しても、前記と同様に球状半導
- 25 体デバイスへ到達し光起電力を発生する。

外殻部材が、球状半導体デバイスの直径の1/4以上の厚さの光透過性壁部でもって球状半導体デバイスの外面側を覆っているため、外殻部材が集光機能を発揮し、各球状半導体デバイス当たりの受光面積が拡大し、各球状半導体デバイスに

到達する光量が増大する。

この半導体装置が発光用半導体装置である場合には、ほぼ球面状の p n 接合から発生した光がほぼ全方向へ放射され、外殻部材の球面又は部分球面状の外表面から外界へ放射される。外殻部材が、球状半導体デバイスの直径の1/4 以上の厚さの光透過性壁部でもって球状半導体デバイスの外面側を覆っているため、外殻部材が光拡散機能を発揮し、発光源の大きさが拡大し、発光源から放射する光の輝度が緩和されてソフトな光として外界へ放射する。

ここで、次のような構成を適宜採用することも可能である。

(a) 前記外殻部材が、この外殻部材の外表面側部分を形成する球形の光透過性カプセルと、このカプセル内に充填して硬化させた光透過性合成樹脂からなる充填材を有する。

(b) 前記外殻部材の外表面には多数の微小な光乱反射面が形成された。

(c) 前記球状半導体デバイスの 1 対の電極に夫々接続され且つ外殻部材を貫通して外殻部材の外表面まで延びる 1 対の電極部材を設けた。

(d) 外表面が球面をなす前記外殻部材で夫々覆われた複数の球状半導体デバイスが複数行複数列のマトリックス状に配設され、各行又は各列の複数の球状半導体デバイスを電氣的に直列接続する直列接続機構と、各列又は各行の複数の球状半導体デバイスを電氣的に並列接続する並列接続機構を設けた。

(e) 複数の球状半導体デバイスが複数行複数列のマトリックス状に配設され、各行又は各列の複数の球状半導体デバイスを電氣的に並列接続する導電接続機構を設け、前記外殻部材は、複数の球状半導体デバイスを夫々覆うほぼ球形の複数の外殻部と、複数の外殻部と一体形成された板状部とを有する。

(f) 前記導電接続機構は、複数の導体線とこれら複数の導体線に直交するように配設された複数の絶縁体線材とで構成された網構造のうちの前記複数の導体線からなる。

(g) 本発明の別の受光又は発光用半導体装置は、受光機能又は発光機能のある複数の球状半導体デバイスを備えた受光又は発光用半導体装置において、前記各球状半導体デバイスは、外形が球状の p 型又は n 型の半導体結晶と、この半導体

結晶の表層部にほぼ球面状に形成された p n 接合と、この p n 接合の両端に接続され且つ p n 接合の曲率中心を挟んで両側に位置する 1 対の電極を備え、前記複数の球状半導体デバイスを 1 列状に配置して、これら複数の球状半導体デバイスを電氣的に並列接続する導電接続機構を設け、前記球状半導体デバイスの直径の  
5 1/4 以上の厚さの光透過性壁部でもって複数の球状半導体デバイスの外面側を共通に覆う外殻部材であって円筒状の外表面を有する外殻部材を設けたことを特徴とするものである。

(h) 本発明の他の受光又は発光用半導体装置は、受光機能又は発光機能のある複数の球状半導体デバイスを備えた受光又は発光用半導体装置において、前記各  
10 球状半導体デバイスは、外形が球状の p 型又は n 型の半導体結晶と、この半導体結晶の表層部にほぼ球面状に形成された p n 接合と、この p n 接合の両端に接続され且つ p n 接合の曲率中心を挟んで両側に位置する 1 対の電極とを備え、前記複数の球状半導体デバイスを複数列に配置して、これら複数列の各々の複数の球状半導体デバイスを列単位で電氣的に並列接続する導電接続機構を設け、前記球  
15 状半導体デバイスの直径と略同等の厚さ以上の厚さの光透過性壁部でもって複数の球状半導体デバイスの外面側を共通に覆う外殻部材であって、複数列の球状半導体デバイスを夫々覆う略円柱状の複数の円柱部を有する外殻部材を設けたことを特徴とするものである。

(i) 前記球状半導体デバイスが前記 p n 接合を含む光起電力発生部を有する。

20 (j) 前記球状半導体デバイスが前記 p n 接合とを含む電光変換部を有する。

#### 図面の簡単な説明

図面は本発明の実施例を示すものであり、図 1 は球状半導体デバイスの拡大断面図であり、図 2 はソーラボールの拡大断面図であり、図 3 は図 2 のソーラボールの拡大側面図であり、図 4 は外殻部材の要部拡大断面図であり、図 5 はカプセルの内部へ液状の透明合成樹脂を充填する状態を示す拡大断面図であり、図 6、  
25 図 7 は夫々受光時の光の挙動を説明する為のソーラボールの拡大断面図であり、図 8 は図 2 のソーラボールを複数行複数列に配設したソーラパネルの要部拡大平面図であり、図 9 は図 8 の IX－ IX 線断拡大図であり、図 10 は図 8 のソーラパ

ネルの等価回路の回路図であり、図 1 1 は図 1 0 の等価回路を部分的に変更した等価回路部分図であり、図 1 2 は変更例に係るソーラボールの拡大断面図であり、図 1 3 は図 1 2 のソーラボールを成形する金型と球状ソーラセルと 1 対の電極部材の拡大断面図であり、図 1 4 は別の変更例に係るソーラボールの拡大断面図である。

図 1 5 ～図 1 7 は他の別実施形態に係るソーラパネルに関する図面であり、図 1 5 はソーラパネルの要部拡大平面図であり、図 1 6 は図 1 5 の XVI - XVI 線断面図であり、図 1 7 は図 1 5 の XVII - XVII 線断面図である。

図 1 8 ～図 2 1 は他の別実施形態に係るソーラパネルとソーラstring に関する図面であり、図 1 8 はソーラパネルの平面図であり、図 1 9 はケースの側面図であり、図 2 0 はソーラstring の拡大断面図であり、図 2 1 は図 2 0 の XX I - XXI 線断面図である。図 2 2 は変更例に係るソーラパネルの部分拡大側面図である。図 2 3 は他の別実施形態に係る発光ボールの拡大断面図である。

## 15 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を実施する最良の形態について図面を参照して説明する。

最初に、受光用半導体装置としてのソーラパネルに組み込まれる球状ソーラセル 1 について説明する。尚、この球状ソーラセル 1 は球状半導体デバイスに相当する。

図 1 は、球状ソーラセル 1 の拡大断面を示すものであり、この球状ソーラセル 1 は、抵抗率が  $1 \Omega\text{m}$  程度の p 形シリコン単結晶からなる直径が約  $0.6 \sim 2.0 \text{ mm}$  の球状結晶 2 を素材として構成されている。この球状結晶 2 の下端に直径約  $0.6 \text{ mm}$  の平坦面 3 が形成され、この球状結晶 2 の表面部にリン (P) を拡散した  $n^+$  形拡散層 4 (厚さ約  $0.4 \sim 0.5 \mu\text{m}$ ) とほぼ球面状の p n 接合 5 が形成されている。尚、前記平坦面 3 の直径  $0.6 \text{ mm}$  は直径  $2.0 \text{ mm}$  の球状結晶 2 の場合の大きさである。

球状結晶 2 の中心 (ほぼ球面状の p n 接合 5 の曲率中心) を挟んで対向する両端部には、1 対の電極 6, 7 (正極 6 と負極 7) が設けられ、正極 6 が平坦面 3



に配置され、正極 6 は球状結晶 2 に接続され、負極 7 は  $n^+$  形拡散層 4 に接続されている。正極 6 と負極 7 を除く全表面には  $SiO_2$  又は  $TiO_2$  の絶縁膜からなる反射防止膜 8 (厚さ約  $0.6 \sim 0.7 \mu m$ ) が形成されている。正極 6 は例えばアルミニウムペーストを焼成して形成され、負極 7 は銀ペーストを焼成して

5 形成される。

このような、球状ソーラセル 1 は、本発明者が米国特許第 6, 204, 545 号公報に提案した方法で球状結晶 2 を製作してから、平坦面 3、 $n^+$  形拡散層 4、1 対の電極 6、7、反射防止膜 8 を形成することで製作することができる。球状結晶 2 を製作する場合、高さ約 1.4 m の落下チューブを採用し、原料としての

10 p 形シリコンの粒を落下チューブの上端側の内部で加熱溶融してから自由落下させながら表面張力の作用で真球状を保持しつつ凝固させてほぼ真球状の球状結晶 2 を製作する。尚、球状結晶 2 は、落下チューブに依らずに、機械的な研磨方式などの方式により球状またはほぼ球状の結晶に形成してもよい。

前記平坦面 3 は、球状結晶 2 の一部を機械的に研磨して形成することができる

15 。この平坦面 3 を形成するので、球状結晶 2 が転がりにくくなり、真空ピンセットにて吸着可能となり、正極 6 と負極 7 とを識別可能となる。次に、 $n^+$  形拡散層 4 を形成する場合は、球状結晶 2 の平坦面 3 とその外周側部分を  $SiO_2$  などによりマスキングした状態で、 $n$  形不純物としてのリン (P) を公知の方法又は前記公報に開示した方法で球状結晶 2 の表面に拡散させる。1 対の電極 6、7、

20 反射防止膜 8 も公知の方法又は前記公報に開示した方法で形成することができる。この球状ソーラセル 1 は、光電変換機能を有し、太陽光を受光して  $0.5 \sim 0.6 V$  の光起電力を発生する。

次に、前記の球状ソーラセル 1 の外面側を光透過性の外殻部材 11 で覆った構造の半導体装置としてのソーラボール 10 について説明する。

25 図 2 は、前記ソーラボール 10 の拡大断面図であり、このソーラボール 10 は、中心部に位置する球状ソーラセル 1 と、このソーラセル 1 の外面側をソーラセル 1 の直径の  $1/4$  以上の厚さの光透過性壁部でもって覆う光透過性の外殻部材 11 と、1 対の電極部材 14、15 とで構成されている。この外殻部材 11 は、球

状ソーラセル 1 に導入する光の光量を増大させる為のものであり、この外殻部材 1 1 は、光透過性の球殻状のカプセル 1 2 と、このカプセル 1 2 内に充填された光透過性の充填材 1 3 とで構成されている。

前記カプセル 1 2 は、透明な絶縁性の合成樹脂（例えば、ポリカーボネイト、  
5 アクリル、ポリアリレート、メタクリル、シリコーン、ポリエステルなど）又は透明ガラスで構成され、肉厚は例えば 0.2 ～1.0 mm である。このカプセル 1 2 の内部へソーラセル 1 を収容する為に、カプセル 1 2 は 1 対の半球状カプセル分割体 1 2 a を接着することで球状カプセルに構成されている。

このカプセル 1 2 に外部から入射する光をカプセル 1 2 内へ極力多く導入する  
10 為に、カプセル 1 2 の外表面には、図 4 に示すように尖ったピラミッド状の微小凹凸 1 2 b が形成されている。この微小凹凸 1 2 b は、図示のように尖ったピラミッド状のものでもよく、曲率半径の小さな部分凸球面をなすものでもよい。

前記充填材 1 3 は、透明な絶縁性の合成樹脂（例えば、メタクリル樹脂、シリ  
コーン樹脂を主成分とする充填剤）を液状のままカプセル 1 2 内に充填後に加熱  
15 又は紫外線照射により硬化される。外殻部材 1 1 の光透過性壁部の厚さ（カプセル 1 2 の表面からソーラセル 1 までの厚さ）は、ソーラセル 1 の直径の 1/4 以上であることが望ましく、光透過性壁部の厚さが前記直径の 1/4 よりも薄い場合には、光量を増大する機能が殆ど得られない。外殻部材 1 1 の光透過性壁部の厚さが余りに大きくなると、ソーラセル 1 に導入する光の光量増加に寄与しない部分  
20 が多くなるため、外殻部材 1 1 の光透過性壁部の厚さは、ソーラセル 1 の直径の 1/4 ～5 倍程度の厚さにすることが望ましい。

尚、カプセル 1 2 の表面での光の反射を少なくする為には、カプセル 1 2 を構成する材料の屈折率は極力 1.0 に近く、充填材 1 3 を構成する合成樹脂材料の屈折率を極力大きくすることが望ましい。尚、前記外殻部材 1 1 の大部分を複数層  
25 のカプセルで構成し、中心側から外側に向かって、光の屈折率が段階的に小さくなるような構造にしてもよい。

前記 1 対の電極部材 1 4, 1 5 は導電性に優れる金属（例えば、銅や銀やニッケル）で構成するのが望ましい。一方の電極部材 1 4 は外殻部材 1 1 に形成され

た穴を貫通し、この電極部材 1 4 の先端はソーラセル 1 の正極 6 に半田や導電性  
接着剤で接続され、この電極部材 1 4 の外端はカプセル 1 2 の外表面の外側へ所  
定長さ突出している。他方の電極部材 1 5 は外殻部材 1 1 に形成された穴を貫通  
し、この電極部材 1 5 の先端はソーラセル 1 の負極 7 に半田や導電性接着剤で接  
5 続され、電極部材 1 5 の外端はカプセル 1 2 の外表面の外側へ所定長さ突出して  
いる。

前記ソーラボール 1 0 を製作する場合、予めソーラセル 1、1 対の半球状カプ  
セル分割体 1 2 a、1 対の電極部材 1 4、1 5、充填材 1 3 の液状の原料を予め  
準備し、最初に球状ソーラセル 1 に 1 対の電極部材 1 4、1 5 を取付け、この 1  
10 対の電極部材 1 4、1 5 付きのソーラセル 1 を 1 対のカプセル分割体 1 2 a の内  
部に收容してから、それらカプセル分割体 1 2 a を球状に突き合わせて赤道部の  
接触面を接着剤で接合して球状カプセル 1 2 にする。

次に、図 5 に示すように、一方の電極部材 1 4 をカプセル 1 2 の一方の穴から  
外部へ突出させ、他方の電極部材 1 5 をカプセル 1 2 の他方の穴から内側へ外し  
15 た状態にセットし、この状態で、矢印で示すように、液状の充填材原料をカプセル  
1 2 内に充填し、次にソーラセル 1 をカプセル 1 2 内の中心部に位置決めし、  
次に例えば紫外線を照射することで、原料を硬化させて充填材 1 3 とする。

このソーラボール 1 0 の作用について説明すると、図 6 に示すように、例えば  
、太陽光が入射する場合、外殻部材 1 1 が球状をなし、その外表面に入射した光  
20 を屈折作用により中心部へ導くため、外殻部材 1 1 の集光作用により、球状ソー  
ラセル 1 へ導入される光の光量が著しく増大する。しかも、カプセル 1 2 と充填  
材 1 3 との境界面における反射により、光を内部に閉じ込める作用も得られるた  
め、球状ソーラセル 1 が受光する光量が増大する。

尚、図 6 におけるソーラボール 1 0 のカプセル 1 2 の下半分の表面に反射膜を  
25 形成する場合には、球状ソーラセル 1 が受光する光量を一層増大させることがで  
きる。図 7 は、太陽光が西方へ傾いた状態を示すが、外殻部材 1 1 の外表面が球  
面であるため、図 6 の場合とほぼ同じ条件で受光する。

次に、前記のソーラボール 1 0 を多数組み込んで構成したソーラパネル 2 0 に

ついて説明する。図 8、図 9 に示すように、このソーラパネル 20 は、光透過性の絶縁性の合成樹脂製のベースパネル 21 と、このベースパネル 21 上に複数行複数列に配置された多数のソーラボール 10 と、これらソーラボール 10 を直列接続する直列接続機構 22a と、各行のソーラボール 10 を並列接続する並列接続機構 22b と、ベースパネル 21 と直列接続機構 22a と並列接続機構 22b の上側表面を覆う光透過性の合成樹脂製の表面カバー層 23 などによって構成されている。前記ベースパネル 21 は、例えば 30 cm × 30 cm のサイズのパネルであり、透明な合成樹脂（例えば、ポリカーボネイト、アクリル、ポリアリレート、メタクリル、シリコン、ポリエステルなど）又は透明ガラスで構成され、厚さは例えば 3.0 ~ 5.0 mm である。このベースパネル 21 の上面には、ソーラボール 10 を配置する為のほぼ半球状の凹部 24 が所定間隔おきに複数行複数列のマトリックス状に形成されている。図 8 に示すように、前記直列接続機構 22a と並列接続機構 22b は、ベースパネル 21 の上面の平面部分に行方向と平行に形成された複数の帯状導電膜 25 で構成されている。この帯状導電膜 25 は、透明な導電性合成樹脂又は金属膜（銅、ニッケルなど）からなる。

多数のソーラボール 10 の電極部材 14、15 が極性を揃えて平行に向くよう方向付けられ、それらソーラボール 10 が複数行複数列の凹部 24 に装着される。例えば、正極 6 側の電極部材 14 が図 8 の上方へ向き、負極 7 側の電極部材 15 が図 8 の下方へ向いており、各電極部材 14、15 は、対応する帯状導電膜 25 に半田や導電性接着材にて接続されている。

つまり、各行の複数のソーラボール 10 は、その両側の帯状導電膜 25 により並列接続され、各列の複数のソーラボール 10 は、複数の帯状導電膜 25 を介して直列接続されている。電流出力側終端の帯状導電膜 25 には、金属薄板からなる正極端子 26（外部リード）が接続され、この電流出力側終端の帯状導電膜 25 と反対側の終端の帯状導電膜 25 には、前記と同様の負極端子 27（図 10 参照）が接続されている。

前記ベースパネル 21 の上側表面のうち、多数のソーラボール 10 以外の部分には、光透過性の絶縁性合成樹脂からなる表面カバー層 23 が形成され、多数の

ソーラボール 10 の上半部が表面カバー層 23 よりも突出した状態となっている。このソーラパネル 20 の下面側へ光が透過するのを防止する為に、ベースパネル 21 の下面には、金属製の反射膜 28 が形成されている。但し、反射膜 28 は必須のものではなく、省略することもある。

- 5     このソーラパネル 20 においては、各ソーラボール 10 に設けた外殻部材 11 で光を集光してソーラセル 1 に受光させることができるため、個々のソーラセル 1 が分担する受光エリアが拡大される。そのため、個々のソーラセル 1 の発電量を多くし、ソーラセル 1 の利用率を高め、ソーラセル 1 の配列ピッチを大きくして、ソーラセル 1 の必要数を節減することができる。ソーラパネル 20 における
- 10   各ソーラボール 10 の上側表面が半球面状であるため、3次元空間のすべての方向から来る光も球状ソーラセル 1 に導入でき、光の入射方向が変化しても、発電性能が低下することがない。

- このソーラパネル 20 において、ソーラボール 10 を例えば 5 行 10 列に配置したと仮定した場合に、このソーラパネル 20 の等価回路は図 10 に示すように
- 15   なり、50 個のソーラボール 10 の光起電力で発生した電流は、正極端子 26 から外部回路へ流れることになる。

- このソーラパネル 20 においては、各列のソーラボール 10 が並列接続され、各行のソーラボール 10 が直列接続されているため、何れかのソーラボール 10 が故障や日陰により機能低下や機能停止した場合でも、それらのソーラボール 1
- 20   0 による光起電力が低下したり停止するだけで、正常なソーラボール 10 の出力は並列接続関係にあるその他のソーラボール 10 を介して分流出力されるため、一部のソーラセル 1 の故障や機能低下による悪影響は殆ど生じず、信頼性と耐久性に優れたソーラパネル 20 となる。

- ここで、図 11 に示すように、負極端子 27 の付近に逆流防止用ダイオード
- 25   29 を設けることが望ましい。即ち、このソーラパネル 20 がバッテリーに接続されているような場合に、夜間ソーラパネル 20 の停止中に、バッテリーから電流が逆流すると、ソーラパネル 20 が壊れてしまう虞があるので、逆流防止用ダイオード 29 により逆電流が流れないようにする。

次に、前記ソーラボール 10 の変更形態について説明する。

図 12 に示すソーラボール 10 A においては、前記外殻部材 11 の代わりに、1 種類の充填材からなる外殻部材 11 A が設けられている。このソーラボール 10 A を製作する場合には、図 13 に示すように、ソーラセル 1 に 1 対の電極部材 14, 15 を接続したものを金型 16, 17 内にセットし、金型 16, 17 内のキャビティ 18 内に、光透過性の絶縁性の熔融状態の合成樹脂（例えば、ポリカーボネイト、アクリル、等）を注入して硬化させることにより、ソーラボール 10 A を製作することができる。但し、このソーラボール 10 A の外表面には、図 4 と同様の微小な光乱反射用の凹凸を形成することが望ましい。

10 次に、前記ソーラボールの別の変更形態について説明する。

図 14 に示すソーラボール 10 B においては、外殻部材 11 B が球体の下部約 1/3 を除去したような部分球の形状に形成され、外殻部材 11 B の上側表面は部分球面に形成され、外殻部材 11 B の底面は平面状に形成されている。外殻部材 11 B は光透過性の絶縁性の合成樹脂材料で構成されている。ソーラセル 1 は、外殻部材 11 B の球の中心部に配設され、負極 7 と正極 6 を夫々上下に向け、正極 6 は底面から僅かに突出しており、負極 7 に接続された電極部材 15 B が外殻部材 11 B を貫通してその外表面から突出している。外殻部材 11 B の底面には、金属製の反射膜 19 が正極 6 から分断状に形成されている。

このソーラボール 10 B においては、上方から入射する光を受光する性能においては、前記のソーラボール 10, 10 A と同等であり、反射膜 19 を形成してあるため下方へ透過する光の光量が少なくなる。外殻部材 11 B の材料を節減することができるから材料費を節約できる。

別実施形態 1 . . . . (図 15 ~ 図 17 参照)

次に、前記の球状ソーラセル 1 を多数組み込んだソーラパネル 50 の別実施形態について説明する。但し、このソーラパネル 50 は半導体装置に相当する。

図 15 ~ 図 17 に示すソーラパネル 50 においては、複数の球状ソーラセル 1 が複数行複数列のマトリックス状に配設され、各行又は各列の複数のソーラセル 1 を電氣的に並列接続する導電接続機構が設けられ、複数のソーラセル 1 を夫々

覆うほぼ球形の複数の外殻部 5 2 と、複数の外殻部 5 2 と一体形成された板状部 5 3 とからなる外殻部材 5 1 が設けられている。

前記ソーラセル 1 は外殻部 5 2 の中心部に位置し、外殻部 5 2 は光透過性壁部によりソーラセル 1 の外表面を覆い、各外殻部 5 2 は隣接する外殻部 5 2 と一体的に形成されている。外殻部 5 2 の光透過性壁部の厚さは、ソーラセル 1 の直径の  $1/4$  以上の厚さとするのが望ましい。この外殻部 5 2 は、前記ソーラボール 10 の外殻部材 1 1 と同様の機能を得る為のものである。

前記導電接続機構は、複数の導電線 5 4 と、これら導電線 5 4 と直交状に配置された複数の絶縁体線材 5 5 とからなる網構造 5 6 のうちの前記複数の導電線 5 4 で構成されている。この網構造 5 6 において、ソーラセル 1 の列に沿う各 1 対の導電線 5 4 はソーラセル 1 の直径と等しい間隔をあけて配設され、ソーラセル 1 の行に沿う各 1 対の絶縁体線材 5 5 はソーラセル 1 の直径と等しい間隔をあけて配設されている。

このソーラパネル 5 0 を製作する場合、矩形状の枠部材 5 7 により外周部が支持された網構造 5 6 と、多数のソーラセル 1 とを予め準備しておき、この網構造 5 6 に図 1 5 に示すように多数のソーラセル 1 を配置する。このとき、多数のソーラセル 1 の正極 6 が図 1 5 の左方に向き、負極 7 が図 1 5 の右方に向くようにセットする。この場合に、各ソーラセル 1 を網構造 5 6 の枠目に嵌めて位置決めし固定することができるため、多数のソーラセル 1 を網構造 5 6 に簡単に能率的に装着することができる。

次に、各ソーラセル 1 の正極 6 を対応する導電線 5 4 に半田又は導電性接着剤にて接続し、各ソーラセル 1 の負極 7 を対応する導電線 5 4 に半田又は導電性接着剤にて接続する。次に、この多数のソーラセル 1 を装着した網構造 5 6 を射出成形装置の所定の金型にセットし、その金型内の成形キャビティ内に光透過性の絶縁性合成樹脂（例えば、ポリカーボネイト、アクリル等）の融液を注入して、図 1 5 ～図 1 7 に示すようなソーラパネル 5 0 を成形する。その成形後に、成形品を金型から取り出し、網構造 5 6 の外周部を 1 点鎖線 5 8 の位置で切断して枠部材 5 7 から切り離すと、図 1 5 に示すような状態となる。

このソーラパネル50においては、各列の複数のソーラセル1が1対の導電線54からなる導電接続機構により並列接続されており、各列のソーラセル1の出力電圧は0.5～0.6Vである。ソーラパネル50の出力電圧を高める場合に、外周部にはみだした導電線54を介して複数列のソーラセル1を直列接続すれば、このソーラパネル50の等価回路は、図10に示すような回路と同様のものとなる。但し、図11のように、逆電流防止用の1又は複数のダイオードを設けてもよい。

このソーラパネル50においては、基本的に前記ソーラパネル20とほぼ同様の作用が得られる。そして、上下に対称の構造であり、上方からの光も下方からの光も同等に受光可能であるので、窓ガラスに貼り付けたソーラパネル、窓ガラスの代わりにソーラパネルに構成することができる。但し、このソーラパネル50に上面側から入射する光だけを受光させるような場合には、ソーラパネル50の下面にメッキ等の方法で反射膜を形成してもよい。

しかも、このソーラパネル50においては、前記のソーラボール10を多数準備してからそれらをパネル状に組み立てるのではなく、多数のソーラセル1を網構造56を用いてパネル状に組立てから、射出成形によりソーラパネル50にするので、製作の工程数も少なく、製作費低減の面で有利である。尚、外殻部材51を、透明なガラスで構成することも可能である。

別実施形態2・・・（図18～図21参照）

次に、前記の球状ソーラセル1を多数組み込んだソーラストリング61をパネル状に組立てたソーラパネル60について説明する。但し、このソーラストリング61は半導体装置に相当し、このソーラパネル60も半導体装置に相当する。

図18、図19に示すように、ソーラパネル60は、透明な合成樹脂製のケース62と、このケース62に収容した例えば5本のソーラストリング61とで構成されている。

ケース62は、ソーラストリング61を収容可能なほぼ円筒状のストリング収容部63を5個並べて一体的に形成され、各ストリング収容部63の下端にフランジ部64が形成されている。図20、図21に示すように、ソーラストリング



61は、1列に並べた複数の球状ソーラセル1と、これらソーラセル1を並列接続する導電接続機構65と、ソーラセル1の直径の1/4以上の厚さの光透過性壁部をもって複数のソーラセル1の外面側を共通に覆う外殻部材66であって円筒状の外表面を有する外殻部材66とを有する。

- 5     ソーラセル1は前記実施形態において説明したものと同様のものであり、複数のソーラセル1は正極6を図20の左方へ向け、負極7を図20の右方へ向けた状態に導電方向を揃え、隣接のソーラセル1との間に僅かな隙間を空けた状態に配置されている。導電接続機構65は、1対の金属製の細い導電線65a, 65bを主体にして構成されている。この導電線65a, 65bは、例えば銅、アルミニウム、ニッケル、銀合金又は金合金などで構成されている。複数のソーラセル1の正極6は導電線65aに半田や導電性合成樹脂にて夫々接続され、複数のソーラセル1の負極7は導電線65bに半田や導電性合成樹脂にて夫々接続され、これらソーラセル1と導電接続機構65とが透明な外殻部材66で覆われている。外殻部材66は、透明な絶縁性の合成樹脂（例えば、ポリカーボネイト、ポリリアレート、メタクリル、シリコン、ポリエステルなど）で構成されるが、  
10     硬質の合成樹脂で構成する場合もあるし、軟質のフレキシブルな合成樹脂で構成する場合もある。前記導電線65a, 65bの一端部分は外殻部材66から所定長さ突出しており、その突出部から電力を外部へ取り出すことができる。

- このソーラストリング61は前記ケース62と等しい長さに形成され、図24  
20     に示すように、5個のソーラストリング61をケース62の5つのストリング収容部63に夫々収容し、図18に示すように外部導線67で接続することで、5個のソーラストリング61を直列接続することができる。この場合、各ソーラストリング61の光起電力を約0.6Vとすると、図18に示すソーラパネル60により約3.0Vの光起電力を発生させることができる。

- 25     このソーラパネル60においては、外殻部材66の外表面が円筒面であって球面ではないが、前記外殻部材11とほぼ同様に、種々の方向から来る光を球状ソーラセル1の方へ導入し易くし、受光量を増大させ、ソーラセル1の受光エリアを拡大する機能を発揮する。尚、前記のケース62は必須のものではなく、5個

のソーラストリング61を並べて接着するとか、透明な1対のパネル間に組み込んでもよい。

ここで、前記ソーラストリング61を使用する別の使用例について補足説明する。ソーラストリング61はソーラパネル60以外の形態でも使用することができる。例えば、モバイル型の電子機器の電源として使用するような場合には、ネックレス、ブローチ、リストバンド、ハンドバック、ベルト、帽子、メガネなどの装身具又は装身具の一部にソーラストリング61を組み込むことができる。

この場合、必要に応じて外殻部材66を軟質のフレキシブルな合成樹脂で構成すれば、フレキシブルなソーラストリング61となる。また、複数のソーラストリング61を直列的に又はリング状に配置して電氣的に直列接続することも可能である。

前記ソーラストリング61においては、複数のソーラセル1が並列接続されているため、各ソーラストリング61の光起電力の電圧がほぼ一定（0.5～0.6V）となるから、例えば5個又は6個のソーラストリング61を直列接続することで、約3.0Vの光起電力を発生させることができるし、直列接続するソーラストリング61の数を適宜設定することで、所望の電圧の光起電力を発生させることができる。しかも、個々のソーラセル1で発生する電流は僅かであるけれども、ソーラストリング61に組み込むソーラセル1の数に応じた電流を発生させることができるため、汎用性に優れる。

前記ソーラストリング61の構造は図示のものに限定されるものではなく、例えば、ソーラセル1とソーラセル1間の間隔を大きく設定し、各ソーラセル1の外面側を球状の外殻部材又はほぼ球状の外殻部で覆った構造にしてもよい。また、ソーラストリングを縦横に組み合わせて網のような構造にしてもよい。

また、ソーラストリング61を並べたソーラパネルの例として、例えば、図22に示すように、複数のソーラストリング61Aの外殻部材66A（円筒部に相当する）を一体的に構成し、ソーラパネル60Aを構成することもできる。

次に、前記の実施形態や変更実施形態を変更する種々の例について説明する。

1) 前記ソーラセル1におけるp形シリコン単結晶からなる球状結晶2の代わ

りに、n形シリコン単結晶からなる球状結晶を採用し、n形拡散層4の代わりにp形拡散層を形成してもよい。但し、この場合正極6と負極7が逆になる。

また、球状結晶2に平坦面3と、この平坦面3と反対側に位置し平坦面3と平行な平坦面であって平坦面3と大きさの異なる平坦面を形成し、その平坦面に負極7を設けてもよい。但し、これらの平坦面は、必須のものではなく省略可能である。

また、球状結晶2の代わりに、内部に絶縁材料製の球状のコア材を有し、このコア材の外表面を半導体の単結晶で覆った構造の球状結晶を採用してもよい。

2) 前記ソーラパネル30におけるプリント基板の代わりに、セラミック配線基板や、金属配線ガラス基板や、透明合成樹脂板からなるシート体を採用してもよい。また、ソーラパネル30においてワイヤボンディングにより、ソーラセル1を電氣的に接続することも有る。

3) 前記実施形態においては、ソーラボール、ソーラパネル、ソーラストリングなど受光用半導体装置を例として説明したが、発光ボール、発光パネル、発光ストリングなどの発光用半導体装置にも本発明を同様に適用することができる。

この発光用半導体装置の場合、前記の球状ソーラセル1の代わりに電光変換により発光する粒状の発光ダイオード(LED)を組み込むことにより、ボールから発光する半導体装置、パネルから平面的に発光する半導体装置、ストリングから発光する半導体装置、を製作することができる。この発光ダイオードとしては、本願の発明者が米国特許第6,204,545号公報に提案した球状発光ダイオードやそれに類似の構造の球状発光ダイオードも採用可能である。

ここで、量子井戸構造の球状発光ダイオードの一例について説明する。

図23に示す球状発光ダイオード70(球状半導体デバイスに相当する)は、透明な球状サファイア71(例えば、直径が0.6~5.0mm)、この球状サファイア71の表面に薄膜状に形成された球面状のGaN(ガリウムナイトライド)からなるバッファ層72、このバッファ層72の表面に薄膜状に形成された球面状のn形GaN層73、このn形GaN層73の表面に薄膜状に形成された球面状のInGaN(インジウムガリウムナイトライド)からなる発光層74、

この発光層 7 4 の表面に薄膜状に形成された球面状の p 形 GaN 層 7 5、1 対の電極 7 6、7 7（陽極 7 6 と陰極 7 7）などを有する。前記バッファ層 7 2 や発光層 7 4 は、MOCVD 法などの公知の技法により球状サファイア 7 1 の表面に形成することができる。

- 5 陽極 7 6 と陰極 7 7 は、球状発光ダイオード 7 0 の中心を挟んで一直線上に並ぶように設けられ、陽極 7 6 と陰極 7 7 は球状発光ダイオード 7 0 の両端部に位置している。オーミックコンタクトからなる陽極 7 6 は p 形 GaN 層 7 5 に接続され、オーミックコンタクトからなる陰極 7 7 は n 形 GaN 層 7 3 に接続されている。この発光ダイオード 7 0 においては、陽極 7 6 から陰極 7 7 へ順方向に電
- 10 流を流すと、pn 接合近傍から発光層 7 4 の材料に応じた波長の光を発生し外部へ放射する。

前記発光層 7 4 を形成する  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$  において、In の組成  $x$  を増やすと、発光波長が長くなる。例えば、 $x = 0.2$  のとき波長  $\lambda_p = 465\text{ nm}$  の青色光を発光し、 $x = 0.45$  のとき波長  $\lambda_p = 520\text{ nm}$  の緑色光を発光する。

- 15 発光用半導体装置に相当する発光用ボール 8 0 は、球状発光ダイオード 7 0 と、この球状発光ダイオード 7 0 の外面側を球状発光ダイオード 7 0 の直径の  $1/4$  以上の厚さの光透過性壁部でもって覆う外殻部材 8 1 であって、その外表面が球面又は部分球面をなすように構成された外殻部材 8 1 と、1 対の電極 7 6、7 7 に接続されて外殻部材 8 1 の外面外へ突出した 1 対の電極部材 8 2、8 3（外部
- 20 リード）などで構成されている。一方の電極部材 8 2 は導電性接着剤により正極 7 6 に接続され、他方の電極部材 8 3 は導電性接着剤により負極 7 7 に接続されている。前記外殻部材 8 1 は透明な絶縁性の合成樹脂（例えば、エポキシ樹脂など）で構成されている。球状発光ダイオード 7 0 の発光層 7 4 から発生した光（図に矢印で図示）は、図示のように球状サファイア 7 1 を貫通する光も含めて全
- 25 方向へ放射する。このとき、球状発光ダイオード 7 0 で発生した光は、外殻部材 8 1 の全表面から放射するため、発光源が拡大し、発光源から放射する光の輝度が低下し、ソフトな光が放射することになる。尚、外殻部材 8 1 に、必要に応じて光を拡散させる為の拡散剤（例えば、ガラスパウダー等）を混入してもよい。

前記発光ボール 80 を単独の発光デバイスとして使用してもよいが、球状発光ダイオード 70 又は発光ボール 80 を、前記のソーラパネル 20, 50, 60 のような発光パネルに構成することもできるし、前記のソーラストリング 61 のような発光ストリングに構成することもできる。尚、発光ボール 80 や発光パネル  
5 や発光ストリングの片面に発射膜を設けて、その片面と反対側へのみ発光する構造にする場合もある。また、球状発光ダイオード 70 は一例に過ぎず、赤色光を発光するもの、白色光を発光するもの、その他の種々の色の光を発光する発光ダイオードを適用することもできる。

尚、前記球状サファイア 71 の代わりに、球状の GaN 結晶を採用してもよく、この場合、前記 GaN 製のバッファ層 72 を省略することができる。  
10

4] 前記球状ソーラセル 1 は、シリコンの半導体で製作した受光用半導体セルを例にして説明したが、SiGe, GaAs 及びその化合物、InP 及びその化合物、CuInSe<sub>2</sub> 及びその化合物、CdTe 及びその化合物、などの半導体で光電変換機能のある受光用半導体セルを構成することもできる。

15 或いは、発光用半導体セルを組み込んで発光用半導体モジュールを構成する場合には、GaAs 及びその化合物、InP 及びその化合物、GaP 及びその化合物、GaN 及びその化合物、SiC 及びその化合物、などの半導体で電光変換機能のある発光用半導体セルを構成することもできる。

## 請求の範囲

1. 受光機能又は発光機能のある少なくとも1つの球状半導体デバイスを備えた受光又は発光用半導体装置において、

前記球状半導体デバイスは、外形が球状のp型又はn型の半導体結晶と、この  
5 半導体結晶の表層部にほぼ球面状に形成されたpn接合と、このpn接合の両端に接続され且つpn接合の曲率中心を挟んで両側に位置する1対の電極を備え、

前記球状半導体デバイスの直径の1/4以上の厚さの光透過性壁部でもって球状半導体デバイスの外面側を覆う外殻部材であって、その外表面が球面又は部分球面をなすように構成された外殻部材を設けたことを特徴とする受光又は発光用半  
10 導体装置。

2. 前記外殻部材の外表面が球面に形成され、この外殻部材は、この外殻部材の外表面側部分を形成する光透過性カプセルと、このカプセル内に充填して硬化させた光透過性合成樹脂からなる充填材とを有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の受光又は発光用半導体装置。

15 3. 前記外殻部材の外表面には多数の微小な光乱反射面が形成されたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の受光又は発光用半導体装置。

4. 前記球状半導体デバイスの1対の電極に夫々接続され且つ前記外殻部材を貫通して外殻部材の外表面まで延びる1対の電極部材を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項～第3項の何れかに記載の受光又は発光用半導体装置。

20 5. 外表面が球面をなす前記外殻部材で夫々覆われた複数の球状半導体デバイスが複数行複数列のマトリックス状に配設され、

各行又は各列の複数の球状半導体デバイスを電氣的に直列接続する直列接続機構と、各列又は各行の複数の球状半導体デバイスを電氣的に並列接続する並列接続機構を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項～第3項の何れかに記載の受  
25 光又は発光用半導体装置。

6. 複数の球状半導体デバイスが複数行複数列のマトリックス状に配設され、各行又は各列の複数の球状半導体デバイスを電氣的に並列接続する導電接続機構を設け、

前記外殻部材は、複数の球状半導体デバイスを夫々覆うほぼ球形の複数の外殻部と、複数の外殻部と一体形成された板状部とを有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の受光又は発光用半導体装置。

7. 前記導電接続機構は、複数の導体線とこれら複数の導体線に直交するように配設された複数の絶縁体線材とで構成された網構造のうちの前記複数の導体線からなることを特徴とする請求の範囲第6項に記載の受光又は発光用半導体装置。

8. 受光機能又は発光機能のある複数の球状半導体デバイスを備えた受光又は発光用半導体装置において、

前記各球状半導体デバイスは、外形が球状のp型又はn型の半導体結晶と、この半導体結晶の表層部にほぼ球面状に形成されたpn接合と、このpn接合の両端に接続され且つpn接合の曲率中心を挟んで両側に位置する1対の電極を備え、前記複数の球状半導体デバイスを1列状に配置して、これら複数の球状半導体デバイスを電氣的に並列接続する導電接続機構を設け、

前記球状半導体デバイスの直径の1/4以上の厚さの光透過性壁部でもって複数の球状半導体デバイスの外面側を共通に覆う外殻部材であって円筒状の外表面を有する外殻部材を設けたことを特徴とする受光又は発光用半導体装置。

9. 受光機能又は発光機能のある複数の球状半導体デバイスを備えた受光又は発光用半導体装置において、

前記各球状半導体デバイスは、外形が球状のp型又はn型の半導体結晶と、この半導体結晶の表層部にほぼ球面状に形成されたpn接合と、このpn接合の両端に接続され且つpn接合の曲率中心を挟んで両側に位置する1対の電極とを備え、

前記複数の球状半導体デバイスを複数列に配置して、これら複数列の各々の複数の球状半導体デバイスを列単位で電氣的に並列接続する導電接続機構を設け、

前記球状半導体デバイスの直径と略同等の厚さ以上の厚さの光透過性壁部でもって複数の球状半導体デバイスの外面側を共通に覆う外殻部材であって、複数列の球状半導体デバイスを夫々覆う略円柱状の複数の円柱部を有する外殻部材を設けたことを特徴とする受光又は発光用半導体装置。

10. 前記球状半導体デバイスが前記 p n 接合を含む光起電力発生部を有することを特徴とする請求の範囲第 1 項～第 3 項、第 5 項～第 9 項の何れかに記載の受光又は発光用半導体装置。

11. 前記球状半導体デバイスが前記 p n 接合とを含む電光変換部を有すること  
5 を特徴とする請求の範囲第 1 項～第 3 項、第 5 項～第 9 項の何れかに記載の受光又は発光用半導体装置。



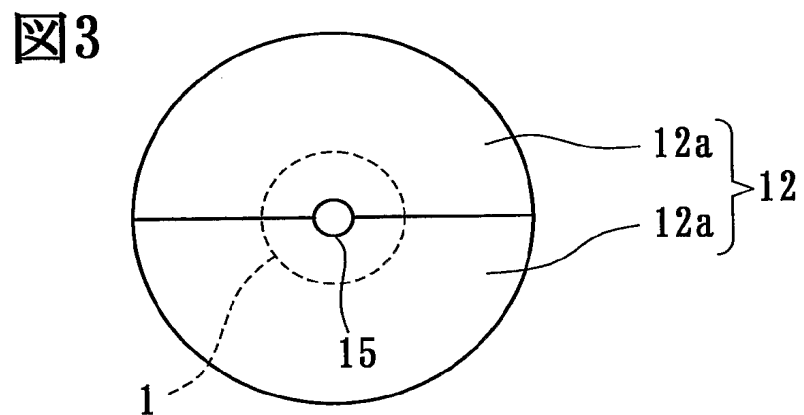
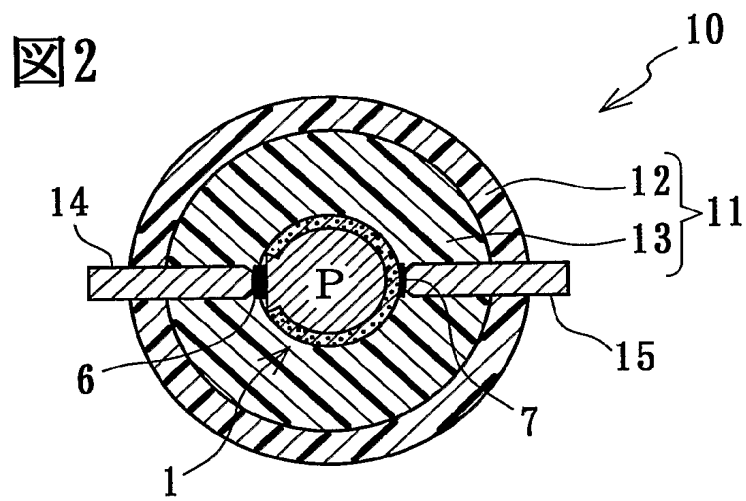
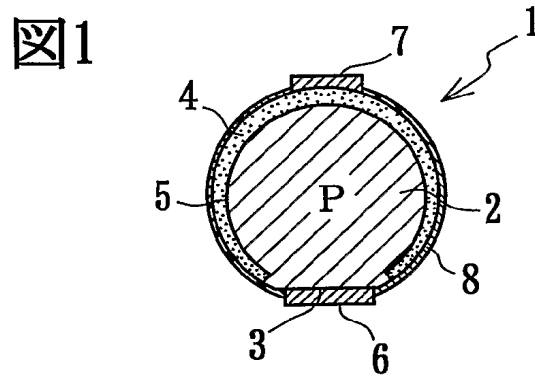


図4

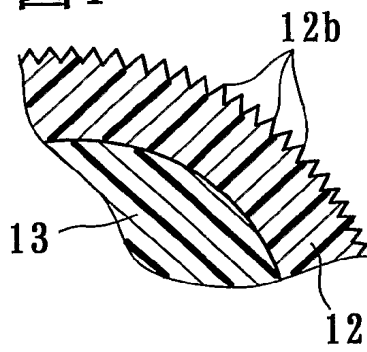


図5

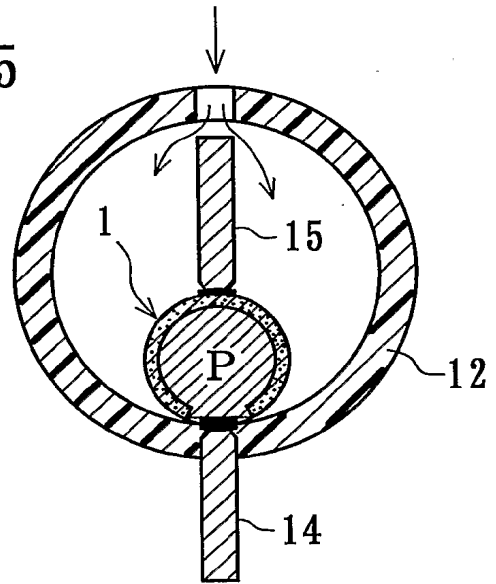


図6

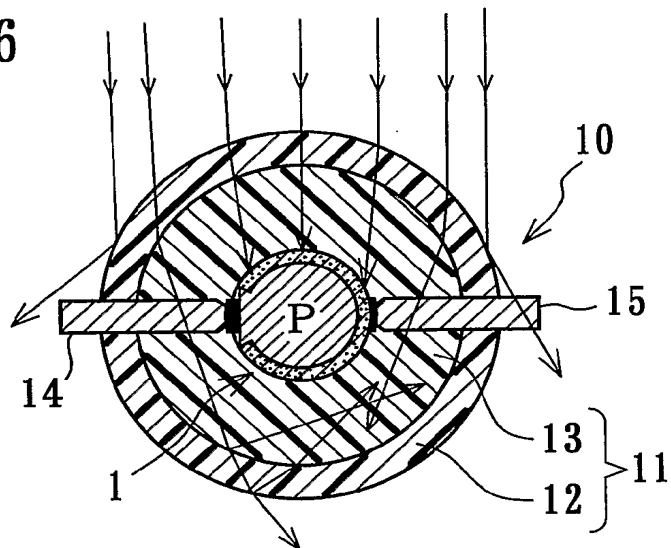
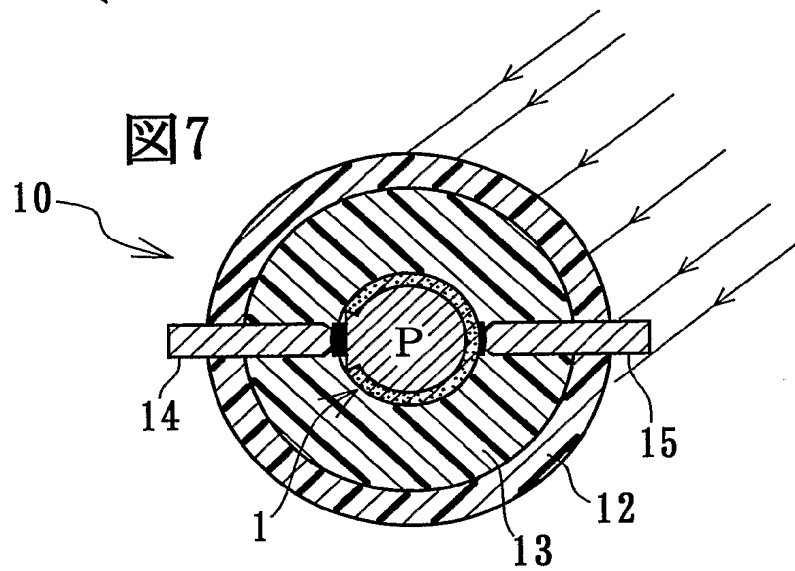
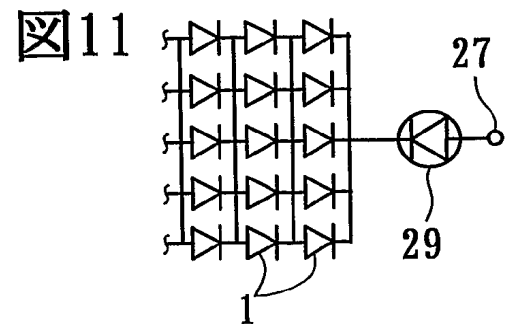
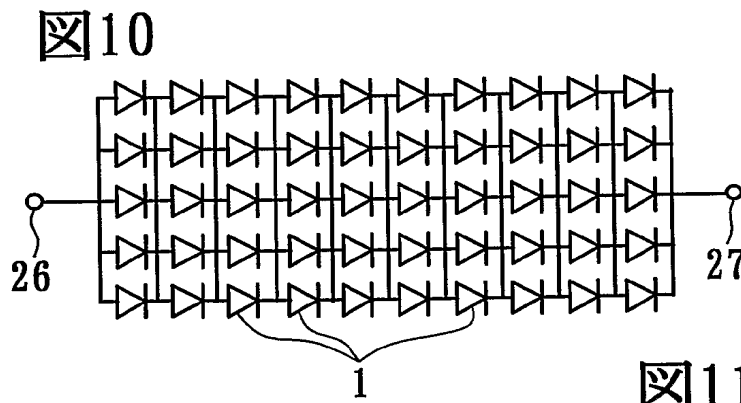
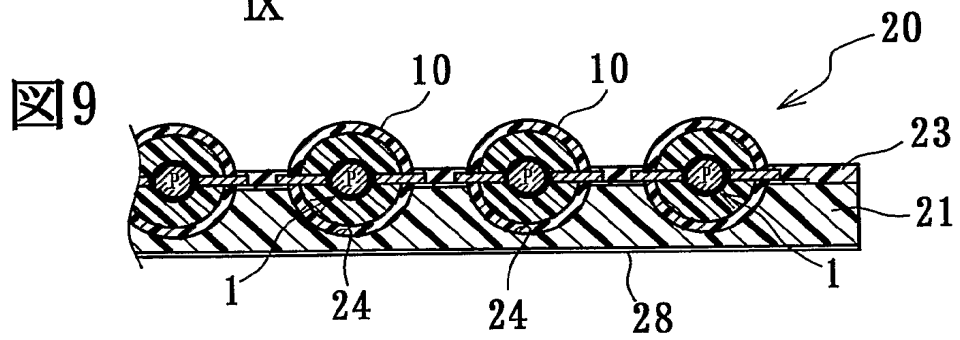
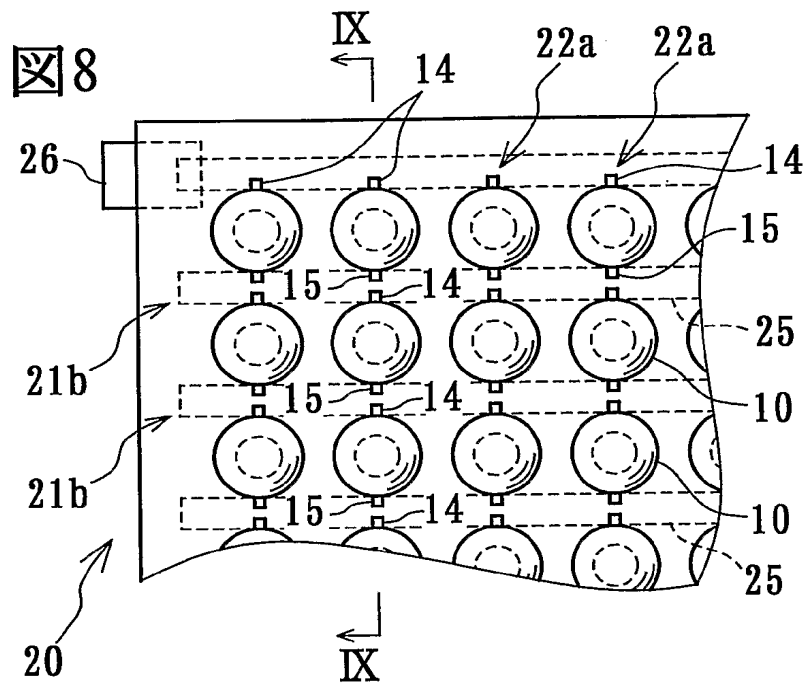


図7





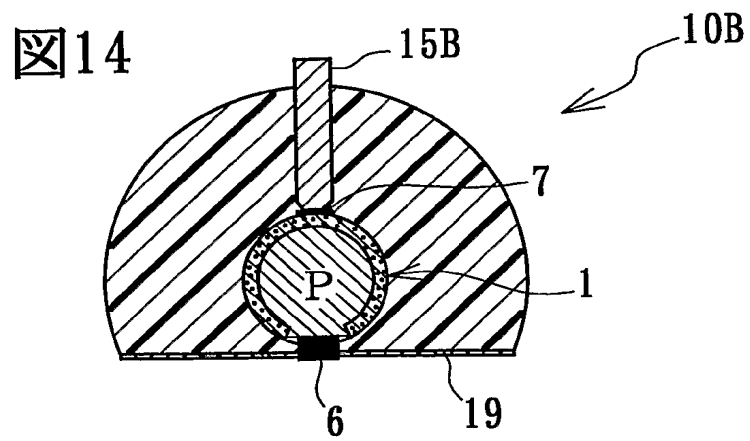
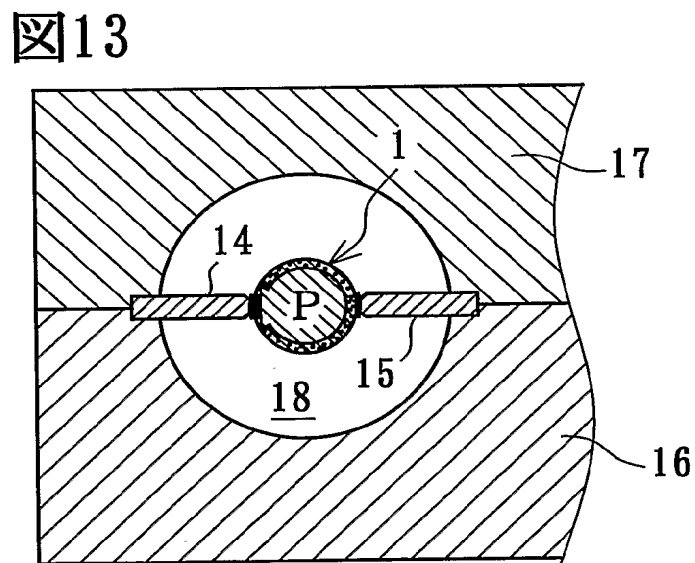
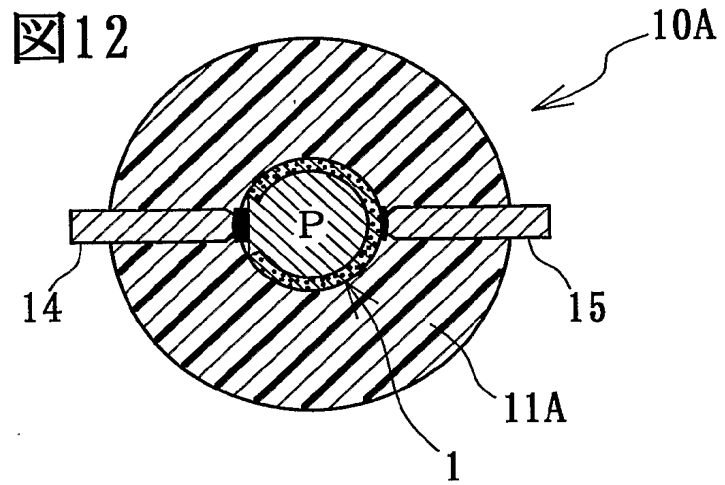
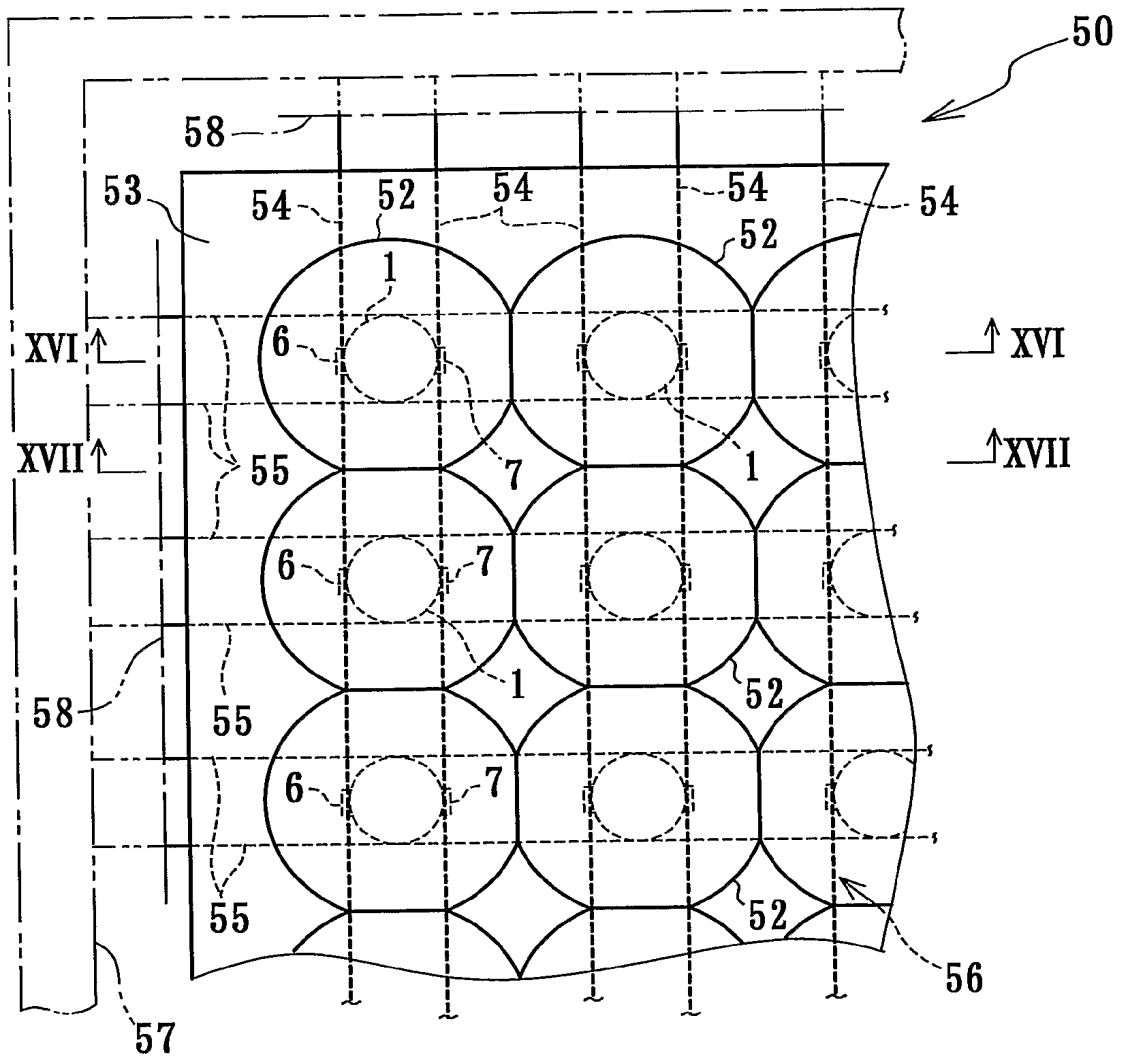
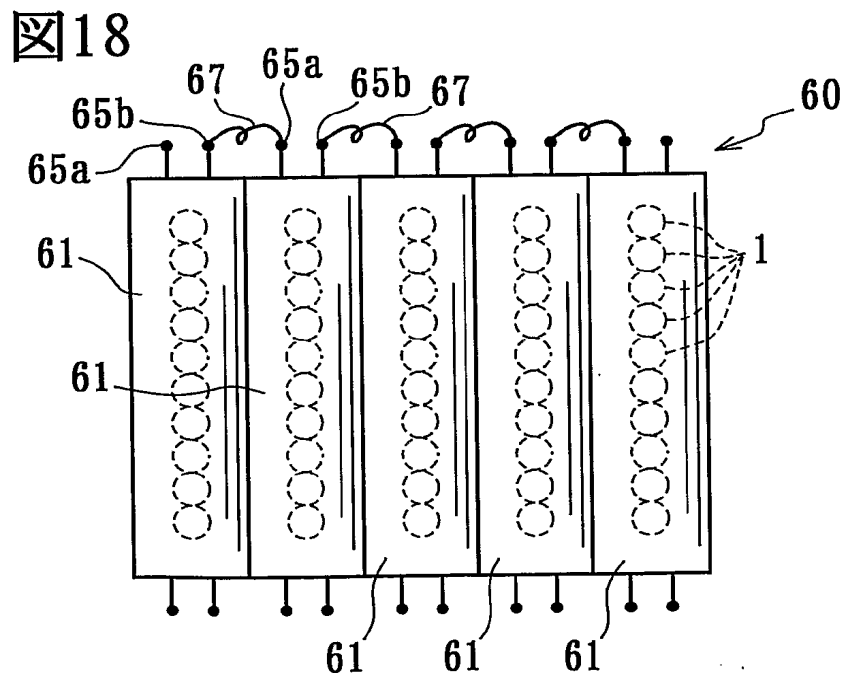
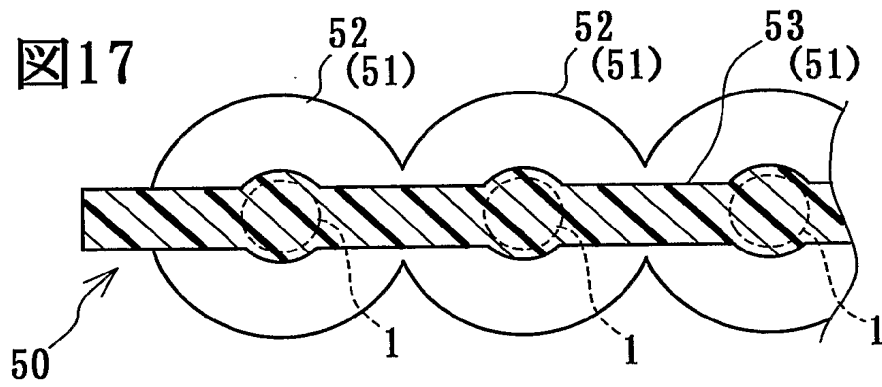
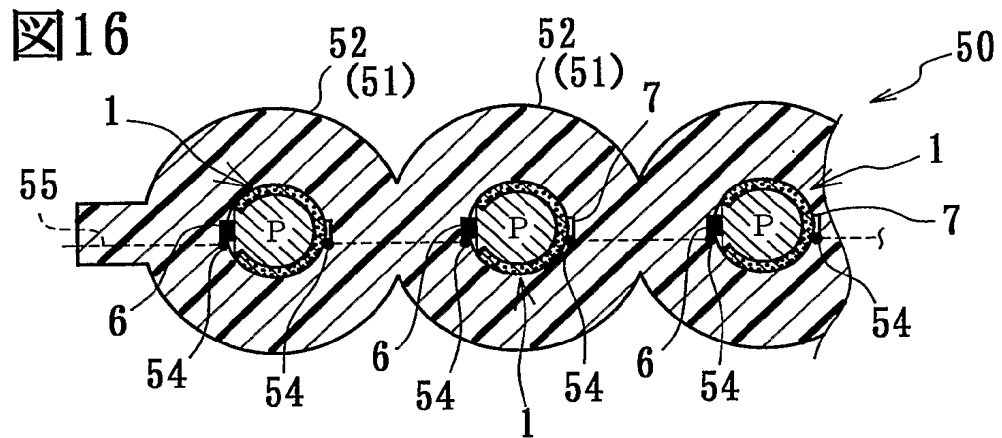
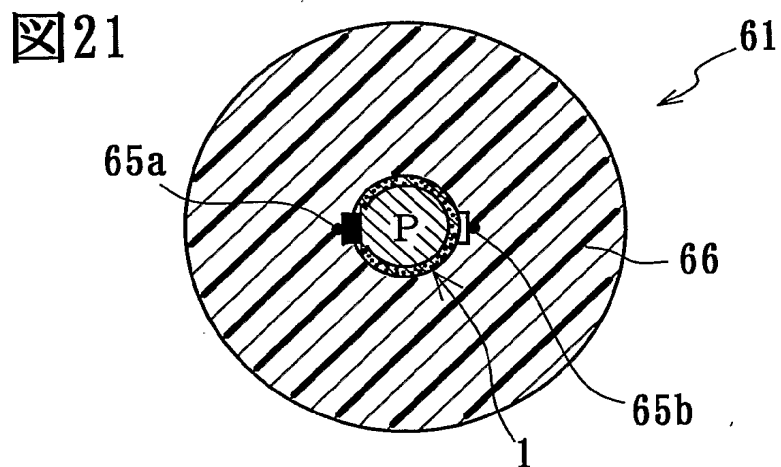
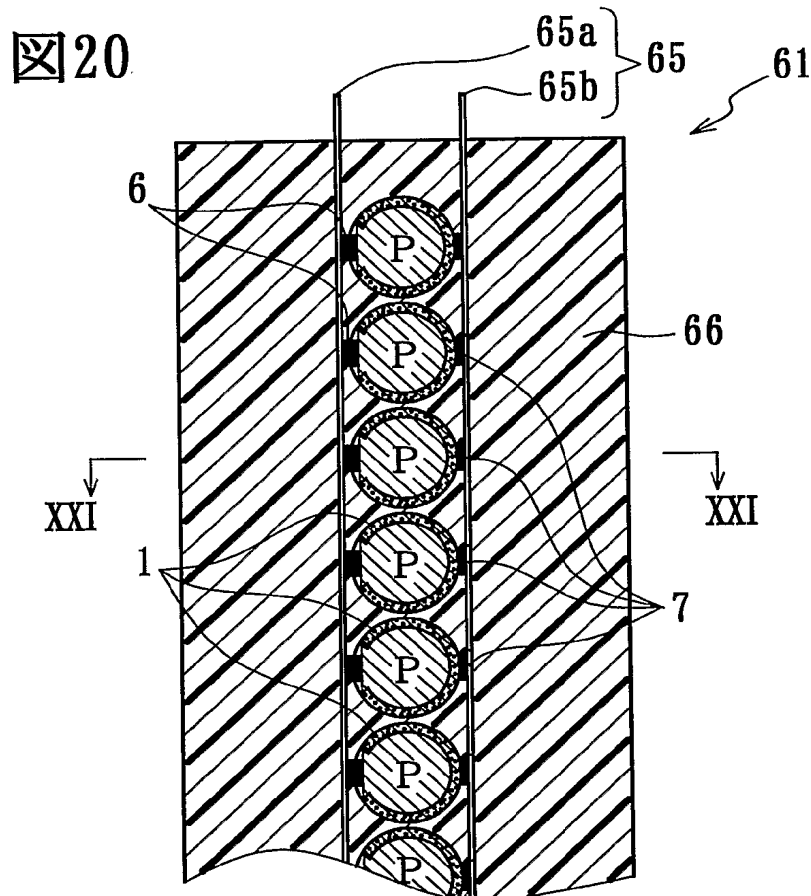
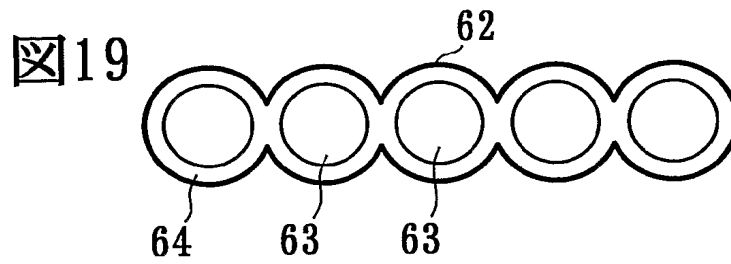
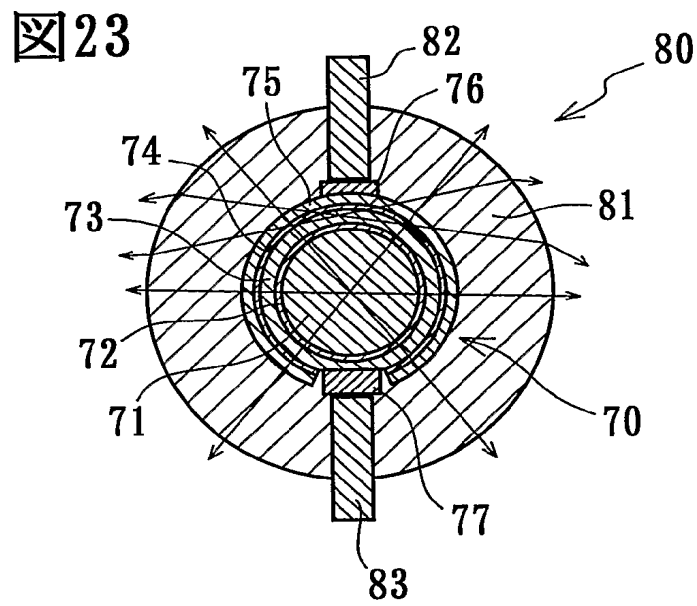
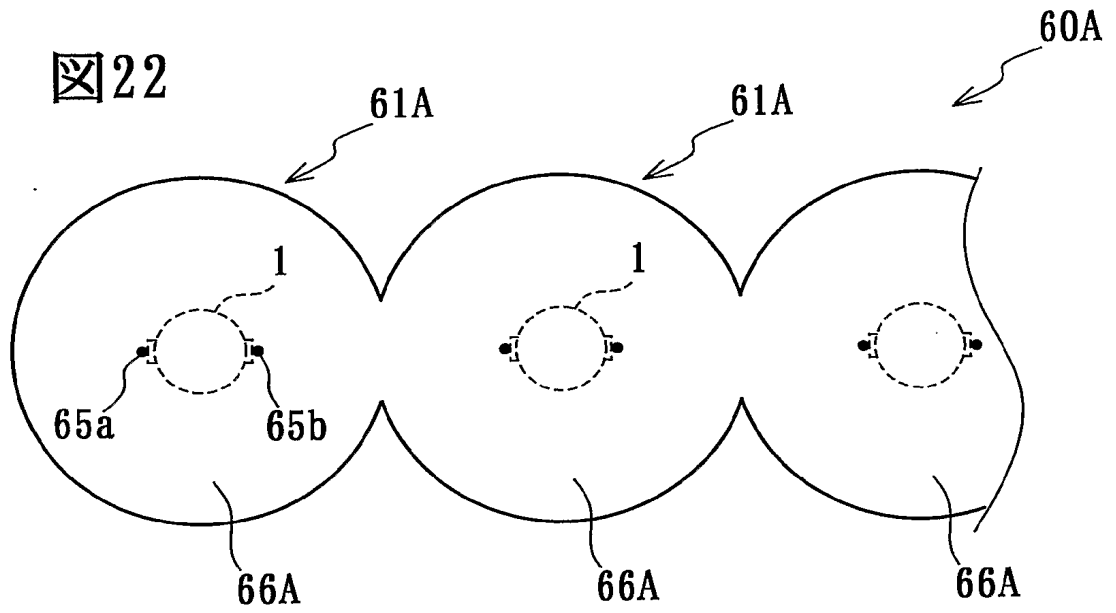


図15











# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/11416

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L31/042, H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L31, 33

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1940-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-168369 A (Josuke NAKATA), 22 June, 2001 (22.06.2001) (Family: none)	1-11
Y	JP 2001-210843 A (Fuji Kikai Seizo K.K.), 03 August, 2001 (03.08.2001) & EP 1102332 A	1-11
Y	JP 2000-22184 A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 21 January, 2000 (21.01.2000) (Family: none)	1-11
Y	WO 99/10935 A (Josuke NAKATA), 04 March, 1999 (04.03.1999) & AU 9740313 A & EP 940860 A & CN 1234911 A & JP 11-510766 A & KR 2000-68831 A & US 6294822 B	1-11
Y	WO 98/15983 A (Josuke NAKATA), 16 April, 1998 (16.04.1998) & AU 9672278 A & EP 866506 A & CN 1194727 A & JP 10-517366 A & KR 99063830 A & US 6204545 B & TW 418544 A	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
06 February, 2002 (06.02.02)

Date of mailing of the international search report  
19 February, 2002 (19.02.02)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/11416

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-162434 A (Hitachi, Ltd.), 20 June, 1997 (20.06.1997) (Family: none)	1-11
A	JP 2001-177132 A (Mitsui High Tec Inc.), 29 June, 2001 (29.06.2001) (Family: none)	1-11
A	US 6106614 A (Stephens), 22 August, 2000 (22.08.2000) (Family: none)	1-11

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L31/042, H01L33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H01L31, 33

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1940年-1996年

日本国公開実用新案公報 1971年-2002年

日本国登録実用新案公報 1994年-2002年

日本国実用新案登録公報 1996年-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-168369 A (中田 仗祐) 2001. 06. 22 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2001-210843 A (富士機械製造株式会社) 2001. 08. 03 & EP 1102332 A	1-11
Y	JP 2000-22184 A (日本電信電話株式会社) 2000. 01. 21 (ファミリーなし)	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 02. 02

国際調査報告の発送日

19.02.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

浜田 聖司

2K

9207

電話番号 03-3581-1101 内線 3254

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 99/10935 A (中田 仗祐) 1999. 03. 04 & AU 9740313 A & EP 940860 A & CN 1234911 A & JP 11-510766 A & KR 2000-68831 A & US 6294822 B	1-11
Y	WO 98/15983 A (中田 仗祐) 1998. 04. 16 & AU 9672278 A & EP 866506 A & CN 1194727 A & JP 10-517366 A & KR 99063830 A & US 6204545 B & TW 418544 A	1-11
A	JP 9-162434 A (株式会社日立製作所) 1997. 06. 20 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2001-177132 A (株式会社三井ハイテック) 2001. 06. 29 (ファミリーなし)	1-11
A	US 6106614 A (Stephens) 2000. 08. 22 (ファミリーなし)	1-11